

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-128564

(43)Date of publication of application : 09.05.2002

(51)Int.Cl.

C04B 35/195  
 C03B 19/06  
 H01L 23/12  
 H01L 23/15  
 H05K 1/02  
 H05K 1/03  
 H05K 1/09  
 H05K 3/46

(21)Application number : 2000-315381

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 16.10.2000

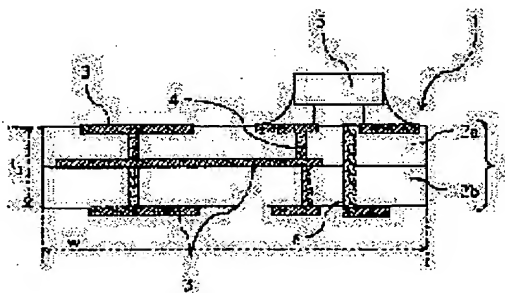
(72)Inventor : TERASHI YOSHITAKE

(54) GLASS CERAMIC AND ITS MANUFACTURING METHOD AND WIRING BOARD USING IT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a glass ceramic which has low dielectric loss, high strength and high heat conductivity and whose dielectric constant and thermal expansion coefficient can be easily adjusted.

SOLUTION: A ceramic filler which has a specifically oriented crystalline plane is dispersed in a glass and/or its crystallized matrix. By comparing peaks of X-ray diffraction measured by the filler's direction and its vertical face and parallel face, a glass ceramic satisfying the following conditions is used as an insulating board 2 of a wiring board 1. Among the peaks given by the filler's (hk0) face and (00l) face ( $h \geq 0$ ,  $k \geq 0$  and one of  $h$  or  $k$  is an integer of 1 or more,  $l$  is an integer of 1 or more), a peak intensity  $I(hk0)$ ,  $I(00l)$  of a specific crystalline face which has the largest peak intensity change at two measuring faces is used to determine  $p$ . A ratio of  $p_1$  and  $p_2$  ( $p_1/p_2$ ,  $p_1 > p_2$ ) obtained by  $p = I(00l)/(I(hk0) + I(00l))$  at the two measuring faces is 2 or more and a ratio of  $p'$  against  $p$  ( $p'/p$ ) whose  $p'$  is obtained at a polished surface ground by 0.1 mm at one of the measuring faces is 0.8 or more.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-128564

(P 2002-128564 A)

(43) 公開日 平成14年5月9日 (2002. 5. 9)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)			
C 0 4 B	35/195	C 0 3 B	19/06	A	4E351	
C 0 3 B	19/06			C	4G030	
		H 0 5 K	1/02	F	5E338	
H 0 1 L	23/12		1/03	6 1 0	D	5E346
	23/15		1/09	A		
審査請求 未請求 請求項の数 16		OL	(全 10 頁)	最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2000-315381 (P2000-315381)

(22) 出願日 平成12年10月16日 (2000. 10. 16)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72) 発明者 寺師 吉健

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

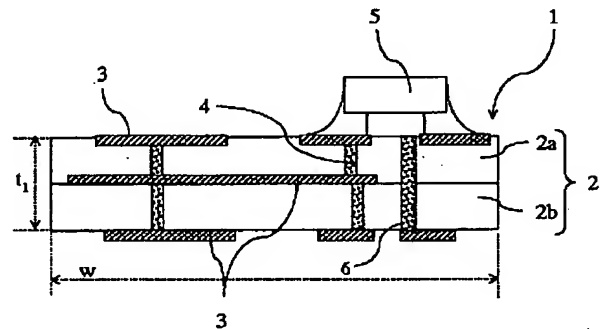
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラスセラミックスおよびその製造方法並びにそれを用いた配線基板

## (57) 【要約】

【課題】 誘電損失が低く、高強度、高熱伝導率で、誘電率および熱膨張係数の調整が容易にできるガラスセラミックスを提供する。

【解決手段】 ガラスおよび／またはそれが結晶化したマトリックス中に特定の結晶面方向に配向したセラミックフィラーを分散し、該フィラーの配向方向と垂直な面と平行な面で測定されるX線回折ピークを比較して、前記フィラーに基づく  $(h k 0)$  面および  $(0 0 1)$  面（ただし、 $h \geq 0$ 、 $k \geq 0$  で、 $h$ 、 $k$  の一方が1以上の整数、 $l$  は1以上の整数）のピークのうち、2つの測定面でのピーク強度の変化が最も大きい特定結晶面のピーク強度  $I_{(h k 0)}$ 、 $I_{(0 0 1)}$  から、 $p = I_{(0 0 1)} / (I_{(h k 0)} + I_{(0 0 1)})$  で求められる2つの測定面での  $p_1$ 、 $p_2$  の比 ( $p_1 / p_2$ 、但し  $p_1 > p_2$ ) が2以上、かつ一方の測定面から0.1 mm研磨した研磨面での  $p'$  値との比 ( $p' / p$ ) が0.8以上のガラスセラミックスを配線基板1の絶縁基板2とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガラスおよび／またはそれが結晶化したマトリックス中にセラミックフィラーを分散したガラスセラミックスであって、該ガラスセラミックス中の前記セラミックフィラーが特定の結晶面方向に配向し、該配向方向と垂直な面で測定されるX線回折ピークと前記配向方向と平行な面で測定されるX線回折ピークとを比較したとき、前記セラミックフィラーに基づく(h k 0)結晶面および(0 0 1)結晶面(ただし、 $h \geq 0$ 、 $k \geq 0$ で、 $h$ または $k$ のいずれか一方が1以上の整数、 $l$ は1以上の整数)のピークのうち、前記2つの測定面でのピーク強度の変化が最も大きい特定の(h k 0)結晶面のピーク強度 $I_{(h k 0)}$ 、および前記2つの測定面でのピーク強度の変化が最も大きい特定の(0 0 1)結晶面のピーク強度 $I_{(0 0 1)}$ から、以下の式により求められる前記2つの測定面での $p$ 値、 $p_1$ 、 $p_2$

$$p = I_{(0 0 1)} / (I_{(h k 0)} + I_{(0 0 1)})$$

の比( $p_1/p_2$ 、但し $p_1 > p_2$ )が2以上であり、かつ前記2つの測定面のうちの一方の測定面から0.1mm研磨した研磨面におけるX線回折ピークから求められる $p'$ 値との比( $p'/p$ )が0.8以上であることを特徴とするガラスセラミックス。

【請求項2】 前記セラミックフィラーの平均アスペクト比が3以下であることを特徴とする請求項1記載のガラスセラミックス。

【請求項3】 開気孔率が5%以下であることを特徴とする請求項1または2記載のガラスセラミックス。

【請求項4】 60GHzにおける誘電損失が $10 \times 10^{-4}$ 以下、熱伝導率が $3 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上、強度 $250 \text{ MPa}$ 以上であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか記載のガラスセラミックス。

【請求項5】 前記セラミックフィラーの配向方向と、該配向方向と垂直な方向における誘電率および／または熱膨張係数が異なることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか記載のガラスセラミックス。

【請求項6】 前記セラミックフィラーが、アルミナ、ムライト、フォスフェイト、エンスタタイト、ディオプサイド、コージエライト、アノーサイト、スライソナイト、セルシアン、スピネル、ガーナイト、シリカ、ジルコニア、チタニア、 $\text{MgTiO}_3$ 、 $(\text{MgZn})\text{TiO}_3$ 、 $\text{Mg}_2\text{TiO}_4$ 、 $\text{Zn}_2\text{TiO}_4$ 、 $\text{CaTiO}_3$ 、 $\text{SrTiO}_3$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{SiC}$ および $\text{AlN}$ の群から選ばれる少なくとも1種を含むことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか記載のガラスセラミックス。

【請求項7】 マトリックス中に存在するセラミックフィラーの比率が30～80重量%であることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか記載のガラスセラミックス。

【請求項8】 ガラス粉末とセラミックフィラー粉末を含むスラリーを作製した後、該スラリーに1テスラ以上の磁場を印加しつつ成形体を作製し、焼成することを

特徴とするガラスセラミックスの製造方法。

【請求項9】 前記セラミックフィラー粉末の平均アスペクト比が3以下であることを特徴とする請求項8記載のガラスセラミックスの製造方法。

【請求項10】 前記成形体を $200 \mu\text{m}$ 以下の板状体とすることを特徴とする請求項8または9記載のガラスセラミックスの製造方法。

【請求項11】 前記成形体が板状体からなり、該成形体の少なくとも一方の表面に前記成形体の焼結温度では焼結しない無機組成物グリーンシートを積層して、該積層物を焼成することを特徴とする請求項8乃至10のいずれか記載のガラスセラミックスの製造方法。

【請求項12】 前記板状の成形体の焼成による厚み方向の収縮率が35%以上であることを特徴とする請求項11記載のガラスセラミックスの製造方法。

【請求項13】 絶縁基板の表面および／または内部に配線層を形成した配線基板であって、前記絶縁基板が請求項1乃至7のいずれか記載のガラスセラミックスからなることを特徴とする配線基板。

【請求項14】 前記絶縁基板の厚みが1mm以下であることを特徴とする請求項13記載の配線基板。

【請求項15】 前記絶縁基板の表面および／または内部に、前記セラミックフィラーの配向面と直行する方向にサーマルビアを形成することを特徴とする請求項13または14記載の配線基板。

【請求項16】 前記配線層が純度99%以上の高純度金属からなることを特徴とする請求項13乃至15のいずれか記載の配線基板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば、半導体素子収納用パッケージなど配線基板用の絶縁基板、フェルル等のコネクタ部品あるいは磁気ディスク保持部材等のスペーサ部品等に好適に使用されるガラスセラミックスに関するものであり、特に、低温での焼成が可能で、高周波帯で低い誘電損失を有し、高強度、誘電率および熱膨張係数の調整が容易にできるガラスセラミックスおよびその製造方法並びにそれを用いた配線基板に関する。

## 【0002】

【従来技術】 ガラスセラミックスは、一般に、ガラス粉末とセラミックフィラー粉末とを混合し、成形、焼成して作製されるが、低温焼成が可能であること、平滑な表面を有すること、ガラスとフィラーの種類を変えることによって多様な特性を得ることが可能である等の優れた特性を有することから、最近種々の用途に用いられている。

【0003】 一方、高集積化が進むICやLSI等の半導体素子を搭載する半導体素子収納用パッケージや、各種電子部品が搭載される混成集積回路装置等に適用され

る配線基板においては、高密度化、低抵抗化、小型軽量化が要求されており、アルミナ系セラミック材料に比較して低温での焼成が可能で、低抵抗金属との同時焼成が可能なガラスセラミックスを絶縁基板として用いた配線基板が一層注目されている。

【0004】かかるガラスセラミックスを絶縁基板として用いた配線基板として、例えば、特開平9-71472号公報では、ガラス粉末と扁平なセラミックフィラー粉末とを混合し、ドクターブレード法や押出成形法等により成形してグリーンシートを作製し、該グリーンシートの面方向に平行にセラミックフィラーを配向させ、これを焼成することによって、焼成時のグリーンシートの面方向への焼成収縮を小さくでき、寸法精度の高い配線基板を作製できることが記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平9-71472号公報の扁平なセラミックフィラー粉末を用いてドクターブレード法や押出成形法等により成形し焼成した絶縁基板では、扁平なセラミックフィラー粉末同士が絡まったり球状のガラス粉末が共存するため、フィラー粉末をグリーンシート中に均一に分散させることが困難であり、また、厚み方向でフィラー粉末の配向度が変化してグリーンシートの表面付近での配向度は高いものの中央部では配向度が低下するという問題があった。

【0006】一方、上記ガラスセラミックスを特に高周波信号を伝送する配線基板の絶縁基板材料として用いる場合、信号の伝送特性を高めるために高周波帯での誘電損失を低減することが求められ、また、基板強度および熱伝導率の向上、誘電率および熱膨張係数が容易に調整

【0007】したがって、本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、その目的は、特に高周波帯での誘電損失が低く、高強度、高熱伝導率で、誘電率および熱膨張係数の調整が容易にできるガラスセラミックスおよびその製造方法並びにそれを用いた配線基板を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記課題に対して鋭意検討した結果、ガラス粉末とセラミックフィラー粉末とを含有するスラリーを用いて成形時に1テスラ(T)以上の高い磁場を印加することにより、セラミックフィラー粉末が磁場の印加方向に対して特定の向きに配向する結果、厚み方向等によらずセラミックフィラー粉末を均一に配向させることができ、特に高周波帯での誘電損失が低く、高強度、高熱伝導率で、誘電率および熱膨張係数の調整が容易にできるガラスセラミックスが得られることを知見した。

【0009】すなわち、本発明のガラスセラミックスは、ガラスおよび/またはそれが結晶化したマトリック

ス中にセラミックフィラーを分散したガラスセラミックスであって、該ガラスセラミックス中の前記セラミックフィラーが特定の結晶面方向に配向し、該配向方向と垂直な面で測定されるX線回折ピークと前記配向方向と平行な面で測定されるX線回折ピークとを比較したとき、前記セラミックフィラーに基づく(hk0)結晶面および(001)結晶面(ただし、 $h \geq 0$ 、 $k \geq 0$ で、 $h$ または $k$ のいずれか一方が1以上の整数、 $l$ は1以上の整数)のピークのうち、前記2つの測定面でのピーク強度の変化が最も大きい特定の(hk0)結晶面のピーク強度 $I_{(hk0)}$ 、および前記2つの測定面でのピーク強度の変化が最も大きい特定の(001)結晶面のピーク強度 $I_{(001)}$ から、以下の式により求められる前記2つの測定面での $p$ 値、 $p_1$ 、 $p_2$

$$p = I_{(001)} / (I_{(hk0)} + I_{(001)})$$

の比( $p_1/p_2$ 、但し $p_1 > p_2$ )が2以上であり、かつ前記2つの測定面のうちの一方の測定面から0.1mm研磨した研磨面におけるX線回折ピークから求められる $p'$ 値との比( $p'/p$ )が0.8以上であることを特徴とするものである。

【0010】ここで、前記セラミックフィラーの平均アスペクト比が3以下であること、開気孔率が5%以下であることが望ましい。

【0011】また、60GHzにおける誘電損失が $10 \times 10^{-4}$ 以下、熱伝導率が3W/m・K以上、強度250MPa以上であること、前記セラミックフィラーの配向方向と、該配向方向と垂直な方向における誘電率および/または熱膨張係数が異なることが望ましい。

【0012】さらに、前記セラミックフィラーが、アルミナ、ムライト、フォーステライト、エンスタタイト、ディオプサイド、コージェライト、アノーサイト、スライソナイト、セルシアン、スピネル、ガーナイト、シリカ、ジルコニア、チタニア、 $MgTiO_3$ 、 $(MgZn)TiO_3$ 、 $Mg_2TiO_4$ 、 $Zn_2TiO_4$ 、 $CaTiO_3$ 、 $SrTiO_3$ 、 $Si_3N_4$ 、 $SiC$ および $AlN$ の群から選ばれる少なくとも1種を含有することが望ましく、マトリックス中に存在するセラミックフィラーの比率が30~80重量%であることが望ましい。

【0013】また、本発明のガラスセラミックスの製造方法は、ガラス粉末とセラミックフィラー粉末を含有するスラリーを作製した後、該スラリーに1テスラ以上の磁場を印加しつつ成形体を作製し、焼成することと特徴とするものである。

【0014】ここで、前記セラミックフィラー粉末の平均アスペクト比が3以下であること、前記成形体を特に200 $\mu m$ 以下の板状体とし、該成形体の少なくとも一方の表面に前記成形体の焼結温度では焼結しない無機組成物グリーンシートを積層して、該積層物を焼成することが望ましく、前記板状の成形体の焼成による厚み方向の収縮率が35%以上であることが望ましい。

【0015】また、本発明の配線基板は、絶縁基板の表面および／または内部に配線層を形成した配線基板であって、前記絶縁基板が上記ガラスセラミックスからなることを特徴とするものである。

【0016】ここで、前記絶縁基板の厚みが1mm以下であること、前記絶縁基板の表面および／または内部に、前記セラミックフィラーの配向面と直行する方向にサーマルピアを形成すること、前記配線層が純度99%以上の高純度金属からなることが望ましい。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明のガラスセラミックスは、ガラスおよび／またはそれが結晶化したマトリックス中にセラミックフィラーを分散したガラスセラミックスであって、該ガラスセラミックス中の前記セラミックフィラーが特定の結晶方向に配向し、該配向方向と垂直な面で測定されるX線回折ピークと前記配向方向と平行な面で測定されるX線回折ピークとを比較したとき、前記セラミックフィラーに基づく(hk0)結晶面および(001)結晶面(ただし、 $h \geq 0$ 、 $k \geq 0$ で、 $h$ または $k$ のいずれか一方が1以上の整数、 $l$ (エル)は1以上の整数)のピークのうち、前記2つの測定面でのピーク強度の変化が最も大きい特定の(hk0)結晶面のピーク強度 $I_{(hk0)}$ 、および前記2つの測定面でのピーク強度の変化が最も大きい特定の(001)結晶面のピーク強度 $I_{(001)}$ から、以下の式により求められる前記2つの測定面での $p$ 値、 $p_1$ 、 $p_2$

$$p = I_{(001)} / (I_{(hk0)} + I_{(001)})$$

の比( $p_1/p_2$ 、但し $p_1 > p_2$ )が2以上、特に5以上、さらに10以上、さらには20以上であり、かつ前記2つの測定面のうちの一方の測定面から0.1mm研磨した研磨面におけるX線回折ピークから求められる $p'$ 値との比( $p'/p$ )が0.8以上、特に0.90以上、さらに0.95以上であることが大きな特徴である。

【0018】これによって、焼結体全体としてセラミックフィラー粒子を規則的に配列させることができることから、高周波帯での誘電損失の低減、強度、熱伝導率の向上、誘電率および熱膨張係数の容易な調整等を図ることができる。

【0019】ガラスとしては、シリカガラス、ホウケイ酸ガラス、アルミノケイ酸ガラス、Pb系ガラス、Bi系ガラス、アルカリ系ガラス、アルカリ土類系ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス等が使用でき、特に、銅や銀等の低抵抗金属との同時焼成性の点で、アルミノケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス、アルカリ系ガラス、アルカリ土類系ガラス等のガラスが望ましい。

【0020】さらに、高周波帯での誘電損失、低誘電率の点で、 $Al_2O_3$ と $SiO_2$ とMO(M:アルカリ土類元素)とを含有するアルミノケイ酸ガラスまたはアルミノホウケイ酸ガラスを含有することが望ましい。中で

も、各成分の望ましい範囲は、 $Al_2O_3$ が2.5~40重量%、 $SiO_2$ が35~60重量%、MO(M:アルカリ土類元素)が総量で5~55重量%との比率からなることが望ましい。なお、上記アルカリ土類元素としては、Mg、Ca、SrおよびBaの群から選ばれる少なくとも1種を指す。

【0021】さらに、ガラス中に $ZnO$ 、 $TiO_2$ 、 $B_2O_3$ 等の他の成分を総量で20重量%以下の割合で含有してもよいが、特に、 $B_2O_3$ の含有量は誘電損失の低減の点から、 $B_2O_3$ 換算量で7重量%以下、特に3重量%以下であることが望ましく、また、 $PbO$ 、 $B_2O_3$ 以外にも高周波帯での誘電損失を増大させるLi、Na、Kなどのアルカリ金属元素、 $ZrO_2$ 、 $Mn_2O_3$ 、 $Cr_2O_3$ 、NiO成分はガラスに対して、酸化物換算による総量で3重量%以下であることが望ましい。

【0022】なお、上記ガラスから析出可能な結晶相としては、 $SiO_2$ 結晶相、 $MgAl_2O_4$ 等のスピネル結晶相、 $ZnAl_2O_4$ 等のガーナイト結晶相、 $Ca(Mg, Al)(Si, Al)_2O_6$ 等のディオプサイド型結晶相、 $CaMgSi_2O_7$ (akermanite)、 $CaMgSiO_4$ (monticellite)、 $Ca_3MgSi_2O_8$ (merwinite)、 $MgSiO_3$ 、 $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ 、 $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$ 、 $SrAl_2Si_2O_8$ 、 $(Sr, Ca)Al_2Si_2O_8$ (スラウソナイト)、 $CaAl_2Si_2O_8$ (アノーサイト)、 $BaAl_2Si_2O_8$ (セルジアン)、 $(Ca, Sr)SiO_3$ 、 $SrSiO_3$ 等が好適に使用できるが、中でも低誘電損失化、高強度化の点では、ディオプサイド型結晶相、 $MgAl_2O_4$ 、 $ZnAl_2O_4$ 、コージェライト、ムライト、エンスタタイト、ウイレマイト、 $CaAl_2Si_2O_8$ 、 $SrAl_2Si_2O_8$ 、 $(Sr, Ca)Al_2Si_2O_8$ 、フォルステライト、特に、ディオプサイド型結晶相、ガーナイト、 $TiO_2$ 、 $(Zn, Mg)TiO_3$ 、 $(Zn, Mg)_2TiO_4$ 、 $nZnO \cdot B_2O_3$ 等の結晶相が析出してもよい。

【0023】さらに、上記ディオプサイド型結晶相を析出可能なガラスの組成は、上記のガラスからのディオプサイド型結晶相の析出割合を高める上では、ガラス中におけるCaOとMgOの合計量が35~50重量%であることが望ましく、さらには $SiO_2$ 30~55重量%、 $Al_2O_3$ 4.5~15重量%、 $MgO$ 16~35重量%、 $CaO$ 24~40重量%の割合であることが望ましい。

【0024】また、上記ディオプサイド型結晶相を析出可能なガラス中には磁器の低温焼成化を促進する上ではSrOを含有してもよく、この場合、ガラスの組成としては、 $SiO_2$ 30~55重量%、 $Al_2O_3$ 4~15重量%、 $MgO$ 14~30重量%、 $CaO$ 5~20重量%、 $SrO$ 10~25重量%の割合であることが望ましい。

【0025】さらに、ガラスの軟化点が低下すると低温での緻密化が促進されるが、脱バインダ特性が悪化し、磁器中に多量の気孔や残留炭素が残存して変色、絶縁特性、誘電損失、磁器強度の低下等を引き起こす。特に、Cuメタライズとの同時焼成を行う場合、Cuの酸化を抑制するために非酸化性雰囲気中にて焼成する必要があるために脱バインダ特性はさらに低下する点で、上記ガラスの軟化点は、(Pbガラスより高く)700~850℃、特に800~830℃であることが望ましい。

【0026】また、前記セラミックフィラーとしては、アルミナ、ムライト、フォスフェイト、エンスタイト、デオブサイド、コージェライト、アノーサイト、スライソナイト、セルシアン、スピネル、ガーナイト、シリカ、ジルコニア、チタニア、 $MgTiO_3$ 、 $(MgZn)TiO_3$ 、 $Mg_2TiO_4$ 、 $Zn_2TiO_4$ 、 $CaTiO_3$ 、 $SrTiO_3$ 、 $Si_3N_4$ 、 $SiC$ および $AlN$ の群から選ばれる少なくとも1種を含有することが望ましい。

【0027】また、高周波帯での誘電損失の低減、強度向上、低温焼結性、誘電率、熱膨張係数等の点で、前記フィラーの含有量は30~80重量%であることが望ましく、セラミックフィラーの平均粒径は0.5~5 $\mu m$ 、特に0.5~3 $\mu m$ であることが望ましい。

【0028】さらに、本発明によれば、セラミックフィラー粉末同士が絡み合ったり凝集したりすることを防止するためには、セラミックフィラー粉末の平均アスペクト比が3以下、特に2以下であることが望ましく、また、強度、熱伝導率および耐湿性等を向上させるためには、ガラスセラミックスの開気孔率が5%以下、特に3%以下、さらに1%以下であることが望ましい。

【0029】また、上記態様のガラスセラミックスは、特に、60GHzにおける誘電損失が $10 \times 10^{-4}$ 以下、特に、 $9 \times 10^{-4}$ 以下、熱伝導率が3W/m・K以上、特に4W/m・K以上、さらに5W/m・K以上の優れた特性を有するものとなる。

【0030】なお、上記磁器は、配線基板の絶縁基板、コネクタ部材、スペーサ部材等として用いることができ、中でも、1GHz以上、特に20GHz以上、さらには50GHz以上、またさらには70GHz以上の高周波信号を伝送する配線基板の絶縁層を形成するのに好適な磁器である。

【0031】ここで、磁器の室温から400℃における熱膨張係数は、 $5 \times 10^{-6}/^{\circ}C$ 以上、特に $6 \times 10^{-6}/^{\circ}C$ 以上、さらに $8 \times 10^{-6}/^{\circ}C$ 以上、さらには $10 \times 10^{-6}/^{\circ}C$ 以上であることが望ましく、例えば、配線基板の絶縁基板として用いる場合、基板の面方向の熱膨張係数を実装するチップ部品等やプリント基板等の熱膨張係数に近似するように適宜調整することが望ましい。これは、上記の磁器の熱膨張係数が実装されるチップ部品等やプリント基板のそれと差がある場合、半田実装時や半

導体素子の作動停止による繰り返し温度サイクルによって、チップ部品等やプリント基板と配線基板(パッケージ)との実装部に熱膨張差に起因する応力が発生し、実装部にクラック等が発生し、実装構造の信頼性を損ねてしまうためである。

【0032】また、本発明によれば、ガラスセラミックスの前記配向面と該配向面と垂直な面における熱膨張係数が異なるように形成することが可能であることから、例えば、絶縁基板の主平面方向の熱膨張係数を厚み方向の熱膨張係数よりも大きくすることにより、少ないフィラー量で磁器の熱膨張係数を容易に調整でき、低温で磁器を緻密化できるとともに、プリント基板と配線基板との熱膨張係数差を小さくすることができる。

【0033】また、磁器強度を250MPa以上、特に300MPa以上、さらに350MPa以上と高いために、例えば、配線基板の絶縁基板として用いる場合、半導体素子等の電子部品の実装時、または入出力端子部に施すリード接続時に磁器にかかる応力による破損やはがれ等を防止することができる。

【0034】さらに、磁器の熱伝導率が3W/m・K以上と高く、配線基板、またはこれに実装される半導体素子等の電子部品から発生した熱を効率よく放熱して電子部品の温度上昇による誤作動を防止することができる。なお、本発明によれば、例えば、主平面方向の熱伝導率が厚み方向の熱伝導率よりも高い場合、絶縁基板に対してその厚み方向にサーマルビアを形成することが望ましい。

【0035】また、本発明によれば、結晶面(結晶軸)によって誘電率を異ならせることが可能であり、例えば、配線基板の絶縁基板として用いる場合、配線基板の小型化、伝送特性の向上等用途に応じて誘電率を調整することができ、また、配向面および誘電率が異なる2つの部材の積層体を作製することも可能である。

【0036】(製造方法)次に、本発明におけるガラスセラミックスを製造する方法について説明する。まず、出発原料として、上述したガラス粉末、特に結晶化ガラス粉末とセラミックフィラー粉末とを所定の割合で秤量し、これに、溶媒を添加、混合してスラリーを調整する。溶媒としては、水、イソプロピルアルコール(IPA)等のアルコール類、アセトン等が使用可能であり、特に安全性、対環境面では水が望ましい。また、溶媒とともにポリビニルアルコール(PVA)等の有機バインダや可塑剤、分散剤を加えてもよく、PVAは分散剤としての機能をも有し、後述するセラミックフィラー粉末の配向性を高める働きをなす。

【0037】さらに、フィラー粉末の凝集を抑制するとともに、フィラー粉末のスラリー中の分散性を高め、かつフィラー粉末を後述する磁場中で容易に配列させるために、セラミックフィラー粉末の平均粒径は0.5~5 $\mu m$ 、特に0.5~3 $\mu m$ 、さらに0.5~1.5 $\mu m$

m、さらに  $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$  であることが望ましい。  
 なお、フィラー粉末の平均粒径とはマイクロトラック法  
 によって求められる  $d_{50}$  値の意である。また、後述する  
 磁場中でのセラミックフィラー粉末の配向度を高める上  
 で、セラミックフィラー粉末のアスペクト比は 3 以下、  
 特に 2 以下であることが望ましい。

【0038】次に、上記スラリーに一方向から特定の平  
 行磁場 H を印加しつつ成形を行う。ここで、印加する磁  
 場 H の強さは、フィラー粉末を所望の向きに配向させる  
 ためには、1 テスラ (T) 以上、特に 9 テスラ (T) 以  
 上であることが重要である。かかる磁場を発生させる装  
 置としては、例えば高磁場を発生できる超伝導磁石を備  
 えた磁場発生装置を使用することが望ましい。印加する  
 磁場が 1 テスラ (T) より小さいとセラミックフィラー  
 粉末が所定の方に配向しない。

【0039】また、成形方法は、鋳込成形法、射出成形  
 法、押出成形法やドクターブレード法、カレンダーロー  
 ル法等のテープ成形法が採用できる。このとき得られる  
 成形体は、磁場の印加方向に対して特定面が垂直となる  
 ように配向する。

【0040】また、磁場中における粒子の配向は極めて  
 短時間で完了するが、成形体中のセラミックフィラー粉  
 末の配向度を維持するためには、スラリー中の溶媒が揮  
 発してスラリーが固化する、あるいは鋳込成形等にて成  
 形する場合には、石膏等の多孔質体からなる成形型を用  
 いてスラリー中の溶媒が成形型の細孔を通して除去され  
 ることにより着肉し、粉末が流動せず固定される硬さま  
 で磁場を印加することが望ましい。このために、成形体  
 をなすスラリーの固化を早めるために、スラリー中に紫  
 外線硬化性樹脂を含有して磁場を印加してから紫外線を  
 照射させることによりスラリーの固化を早めたり、熱硬  
 化性樹脂や熱可塑性樹脂を添加して磁場を印加してから  
 温度を変化させることでスラリーの固化を早めることが  
 できる。

【0041】また、磁場の印加によってセラミックフィ  
 ラー粉末を配向させた後、すばやく溶媒等の液体成分を  
 除去してセラミックフィラー粉末の配向度を維持できる  
 テープ成形法を用い、特に厚み  $200 \mu\text{m}$  以下の板状の  
 成形体を作製することが望ましい。なお、スラリーの  $100 \text{ sec}^{-1}$  での粘度は  $0.3 \sim 0.7 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 、特に  
 $0.4 \sim 0.6 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  であることが望ましい。

【0042】さらに、上述した磁場を印加した結晶配向  
 法では、表面のみならず成形体の内部にまでわたって容  
 易にセラミックフィラー粉末の配向度を高めることがで  
 き、セラミックフィラー粉末が特定面に均一に配向した  
 成形体を作製できる。

【0043】その後、該成形体を、例えば、 $800 \sim 1050^\circ\text{C}$  の酸化性雰囲気または不活性雰囲気中で、特に  
 30 分以上焼成することによりガラスセラミックスを作  
 製することができる。

【0044】また、本発明によれば、前記成形体が特に  
 板状体の場合、セラミックフィラー粉末を板状の成形体  
 の主平面に対して配向させるとともに、該成形体の少な  
 くとも一方の表面に前記成形体の焼結温度では焼結しな  
 い無機組成物グリーンシートを積層して、該積層物を焼  
 成することにより、焼成時に無機組成物の拘束力によっ  
 て成形体の焼成時における特定方向の収縮を抑制でき  
 る。

【0045】これによって、板状の成形体の厚み方向へ  
 の収縮率を特に 35% 以上、さらに 40% 以上に高めて  
 ガラスセラミックスの密度を高めることができる。と  
 ともに、焼成中にガラスセラミックス中のガラス粉末が軟化  
 する際、成形体の面方向への拘束力および厚み方向への  
 収縮率によってセラミックフィラーの配向度を高めるこ  
 とができる。特に成形体が  $200 \mu\text{m}$  以下の板状体の場  
 合、さらに配向度を高めることができる。なお、前記無  
 機組成物は、所望により、焼成後研磨や超音波洗浄によ  
 って容易に除去することができる。

【0046】(配線基板) 本発明のガラスセラミックス  
 の好適例であるこれを絶縁基板として用いた配線基板の  
 一例について、その概略断面図である図 1 を基に説明す  
 る。図 1 によれば、配線基板 1 は、複数枚の絶縁層 2  
 a、2 b の積層体からなる絶縁基板 2 の表面および内部  
 に配線層 3 が形成された構成からなる。

【0047】本発明によれば、絶縁基板 2、すなわち絶  
 縁層 2 a、2 b が上述したガラスセラミックスからなる  
 ことが大きな特徴であり、これによって、絶縁基板 2 の  
 高周波帯における誘電損失の低減、強度および熱伝導率  
 の向上、誘電率および熱膨張係数の調整が容易に行え  
 る。

【0048】なお、絶縁基板 2 の放熱性を高めるため  
 に、絶縁基板 2 の厚みが  $1 \text{ mm}$  以下、特に  $500 \mu\text{m}$  以  
 下、さらに  $200 \mu\text{m}$  以下であることが望ましく、ま  
 た、それぞれの絶縁層 2 a、2 b の厚みは、 $200 \mu\text{m}$   
 以下、特に  $150 \mu\text{m}$  以下、さらに  $120 \mu\text{m}$  以下であ  
 ることが望ましい。

【0049】ここで、本発明における絶縁基板 2 の厚み  
 とは、配線層 3 等の他の部材を含まない実質的に絶縁基  
 板 2 のみの厚みを指し、具体的には、配線基板 1 の断面  
 写真にて測定される絶縁基板の断面積 (幅  $w \times$  厚み  
 $t_1$ )  $S_1$  から配線層 3 等の他の部材の面積の総和  $S_2$  を  
 差し引いた断面積 ( $S_1 - S_2$ ) を幅  $w$  で割ったもの  $t =$   
 $(S_1 - S_2) / w$  で求められる。また、配線基板 1 内に  
 凹部を形成するような場合には、該凹部底面から絶縁基  
 板底面までの厚みを指す。

【0050】また、配線層 3 は、金属等の導電性材料を  
 主成分としてなるが、信号の伝送速度を高め、特に高周  
 波信号の伝送損失を低減するために、銅、銀、金、アル  
 ミニウムの群から選ばれる少なくとも 1 種の低抵抗金属  
 を主成分とし、特に純度が 99% 以上の高純度金属、さ



らには金属箔からなることが望ましい。さらに、図1によれば、絶縁層2aおよび絶縁層2bの上下面に形成される配線層3、3間がビアホール導体4によって電氣的に接続されている。

【0051】また、図1によれば、絶縁基板2表面には、Si、Si-Ge、Ga-As等の半導体素子等の素子5が搭載されており、本発明によれば、素子5の動作によって発生した発熱を絶縁基板2を介して絶縁基板2の外部に放熱することができる。

【0052】なお、配線基板1の厚み方向の放熱性を高めるためには、絶縁基板2をなす上述したガラスセラミックス中のセラミックフィラーが特定の結晶面に配向して、特に面方向と厚み方向で熱伝導率が異なる場合、熱伝導率の低い方向にサーマルビア6等の放熱用導体層を形成することが望ましい。また、サーマルビア6は絶縁基板2の表面および/または内部に形成され、図1によれば、サーマルビア6は絶縁基板2の厚み方向で素子5搭載部の直下に形成されている。

【0053】なお、素子5および配線層3に高周波信号、特に1GHz以上、さらに20GHz以上の高周波信号を伝送する場合には、高周波信号の伝送損失を低減するために、配線層3がストリップ線路、マイクロストリップ線路、コプレーナ線路および誘電体導波管のうちの1種から構成されることが望ましい。

【0054】(配線基板の製造方法) また、上述した配線層を具備する配線基板を作製するには、前記混合粉末に、適当な有機溶剤、溶媒を用い混合してスラリーを調製し、これに上述した平行磁場を印加しつつ、従来周知のドクターブレード法やカレンダーロール法、あるいは押出成形法、鋳込成形法によりシート状の成形体、いわゆるグリーンシートを作製する。

【0055】なお、この成形法によれば特にスラリー中の溶媒を素早く除去してセラミックフィラーを成形体中で固定し、セラミックフィラーの配向度を向上させるために、グリーンシートの厚みが200μm以下、特に150μm以下、さらに120μm以下であることが望ましい。

【0056】また、磁場の印加方向は添加したセラミックフィラー粉末の磁場に対する配向性に依りて決定され、例えば、セラミックフィラー粉末としてアルミナ粉末を用いる場合、アルミナは磁場の印加方向に対してc軸が向くように配列することから、グリーンシートの主平面に対して垂直な方向、すなわちグリーンシートの厚み方向に磁場を印加することによって、アルミナ粉末を主平面に対してc軸が配向させることができる。

【0057】そして、このシート状成形体に所望によりスルーホールを形成した後、スルーホール内に、銅、金、銀のうちの少なくとも1種を主成分とする金属ペーストを充填する。そして、シート状成形体表面には、高周波信号が伝送可能な高周波線路パターン等に前記金属

ペーストを用いてスクリーン印刷法、グラビア印刷法などによって配線層の厚みが5~30μmとなるように、印刷塗布する。

【0058】上記配線層を形成したグリーンシートを、所望により、複数枚積層して、例えば、40~120℃、5~40MPaにて加熱圧着する。そして、上記積層体を酸化性雰囲気または弱酸化性雰囲気中、500~750℃にて脱バインダ処理した後、酸化性雰囲気または非酸化性雰囲気中、例えば、800~1050℃、特に850~950℃にて0.2~10時間、特に0.5~2時間焼成することによって配線基板を作製することができる。

【0059】そして、この配線基板の表面には、適宜半導体素子等の素子が搭載され配線層と信号の伝達が可能なように接続される。接続方法としては、配線層上に直接搭載させて接続させたり、あるいは樹脂、Ag-エポキシ、Ag-ガラス、Au-Si等の樹脂、金属、セラミックス等の厚み50μm程度の接着剤によりチップ部品を絶縁基板表面に固着し、ワイヤーボンディング、TABテープなどにより配線層と半導体素子等とを接続させたりする。

【0060】さらに、半導体素子が搭載された配線基板表面に、絶縁基板と同種の絶縁材料や、その他の絶縁材料、あるいは放熱性が良好な金属等からなり、電磁波遮蔽性を有するキャップをガラス、樹脂、ロウ材等の接着剤により接合してもよく、これにより半導体素子を気密に封止することができる。

【0061】また、本発明によれば、配線層を形成する方法として、上述したように金属ペーストを用い印刷法等にてグリーンシート表面に塗布する方法に代えて、微細で高精度の配線層が形成可能である高純度金属導体、特に金属箔にて配線層を形成する方法も好適に採用できる。

【0062】金属箔からなる配線層を形成する具体的な方法は、例えば、スパッタ法や蒸着法等の薄膜形成法によって所定パターンの配線層を形成することもできるが、樹脂フィルム上に金属箔を貼り付け、メッキ法等によって金属箔を所定パターンに加工した後、この金属箔付の樹脂フィルムをグリーンシート表面に位置合わせして転写することによってグリーンシート表面に配線層を形成する方法によって容易に形成することができる。

【0063】また、上述したグリーンシートを積層する際に、前記配線回路層を形成した絶縁基板用グリーンシートの少なくとも一方の表面、望ましくは両面に前記絶縁基板用グリーンシートの焼結温度では焼結しない無機組成物のグリーンシートを積層して、該積層物を焼成することにより、絶縁基板用グリーンシートの焼成時に無機組成物の拘束力によって絶縁基板の焼成時における面方向の収縮を抑制できるとともに、厚み方向への収縮率を特に35%以上、さらに40%以上に高めてガラスセ

ラミックスの密度を高めることができるとともに、ガラスセラミックス中のセラミックフィラーの配向度を高めることができる。

【0064】なお、前記無機組成物は、焼成後、研磨や超音波洗浄によって容易に除去することができる。

【0065】

【実施例】（実施例1）平均粒径 $2\mu\text{m}$ のディオプサイド結晶を析出可能なガラス70重量%と、セラミックフィラーとして $\text{Al}_2\text{O}_3$ 粉末30重量%との比率で混合し、有機バインダ、可塑剤、トルエンを添加、混合して、スラリーを調製した。なお、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 粉末の平均粒径は $1.8\mu\text{m}$ 、平均アスペクト比は1.3、スラリーの粘度は $100\text{sec}^{-1}$ において $0.4\text{Pa}\cdot\text{s}$ であった。

【0066】このスラリーを内径50mmの多孔質の石膏型に10cc（厚み5mm）注ぎ、ボア径100mm、10Tの磁場が発生可能な冷凍機型磁場装置中に入れて、スラリーの厚み方向が磁場の印加方向に対して平行となるように表1に示す磁場を印加した状態でスラリー中の溶媒を除去して鋳込み成形を行った。磁場の大きさは超伝導磁石に通電させる電流値を変化させることにより変化させた。

【0067】得られた成形体は石膏から脱型し、水蒸気含有/窒素雰囲気中、700℃で脱バインダ処理を行った後、乾燥窒素中で950℃で1時間焼成しガラスセラミックスを作製した。なお、焼成に際しては昇温速度、降温速度を300℃/hとした。

【0068】得られた焼結体に対して、アルキメデス法により焼結体の開気孔率を測定したところ0.5%であった。また、焼結体表面（主平面）および厚み方向（側面）の任意の5カ所にてX線回折測定（ $2\theta=10\sim80^\circ$ ）を行い、そのチャートから、前記セラミックフィラーに基づく2つの測定面でのピーク強度の変化が最も大きい（300）結晶面と（006）結晶面のピーク強度 $I_{(300)}$ 、 $I_{(006)}$ から、 $p=I_{(006)}/(I_{(300)}+I_{(006)})$ より求められる2つの測定面でのp値を算出したところ、 $p_1$ （主平面）=0.31、 $p_2$ （側面）=0.006であり、その比（ $p_1/p_2$ ）は52であり、かつ前記2つの測定面のうちの一方の測定面から0.1mm研磨した研磨面におけるX線回折ピークから求められる $p'$ 値との比（ $p'/p$ ）が0.95以上であった。

【0069】さらに、 $p_1$ 測定面と直交する断面、すなわち厚み方向でのSEM測定により、一視野内に存在するセラミックフィラーの長径 $d_1$ および短径 $d_2$ の比（ $d_1/d_2$ ）の平均値であるアスペクト比を測定したところ1.2であった。

【0070】また、60GHzにてネットワークアナライザ、シンセサイズドスイーパーを用いて誘電体円柱共振器法により、（1）配向度 $f_1$ 測定面を表面とする

方向すなわち磁場の印加方向が表面方向となるもの、および（2）配向度 $f_1$ 測定面と垂直な面を表面とする方向すなわち磁場の印加方向が厚み方向となるものの2種の試料を表面が直径2~7mmの円形、厚み1.5~2.5mmの形状に切り出し、誘電率および誘電損失を測定したところ、（1）の試料の誘電率7.0、誘電損失 $5\times 10^{-4}$ 、（2）の試料の誘電率8.5、誘電損失 $5\times 10^{-4}$ であった。

【0071】さらに、レーザーフラッシュ法により、厚み方向が磁場の印加方向をなす1mm厚みの試料について熱伝導率を測定したところ5W/m·K、JIS R1601に基づいて配向度 $f_1$ 測定面が引っ張り面となるように磁器の4点曲げ強度を測定したところ350MPaであった。また、20~400℃における平均熱膨張係数を測定したところ、（1）の試料が $7.0\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 、（2）の試料が $8.5\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ であった。

【0072】（比較例）実施例1のガラスセラミックスに対して、磁場を印加しない以外は実施例1と同様にガラスセラミックスを作製した。

【0073】得られたガラスセラミックスについて、実施例1と同様に評価した結果、開気孔率1%、 $p_1$ （主平面）=0.017、 $p_2$ （側面）=0.016であり、その比（ $p_1/p_2$ ）は1.06であり、かつ前記2つの測定面のうちの一方の測定面から0.1mm研磨した研磨面におけるX線回折ピークから求められる $p'$ 値との比（ $p'/p$ ）が0.90、（1）の試料の60GHzでの誘電率8.0、誘電損失 $17\times 10^{-4}$ 、（2）の試料の誘電率8.0、誘電損失 $18\times 10^{-4}$ 、熱伝導率3.2W/m·K、強度210MPaであった。

【0074】（実施例2）実施例1のスラリーを用いて、ドクターブレード法によりテープ状にスラリーを成形しつつ、実施例1の超伝導マグネットを用いて該テープ状のスラリーの厚み方向に平行に10Tの平行磁場を印加して成形を行い、厚み250 $\mu\text{m}$ のグリーンシートを作製した。該グリーンシートの所定位置にビアホールを形成し、該ビアホール内にスクリーン印刷法により銅粉末を主成分とする導体ペーストを充填した。

【0075】一方、樹脂フィルムに銅箔を貼り付けてエッチングにより所定の配線層のパターンに加工した後、前記ビアホール導体に位置合わせしながら前記グリーンシート表面に転写して配線層を形成し、実施例1と同様に積層した後、アルミナ粉末を主成分としてガラス粉末と有機バインダと可塑剤と溶剤とを含有する無機組成物グリーンシートを前記積層体の両面に積層し、圧着して、実施例1と同様に焼成した後、絶縁基板の両面のアルミナ粉末を除去して配線基板を作製した。

【0076】その結果、焼成による面方向の収縮率は0.1%であり、厚み方向の収縮率は40%であり、また、絶縁基板の厚みは180 $\mu\text{m}$ であった。また、ビアホール導体を介して導体層間の導通を確認したところ、

良好な導通を示した。

【0077】さらに、上記配線基板に対して、配線を設けない以外は同様に基板（ガラスセラミックス）を作製し、実施例1と同様に評価したところ、開気孔率0.5%、 $p_1$ （主平面）=0.70、 $p_2$ （側面）<0.001であり、その比（ $p_1/p_2$ ）は700を越え、かつ前記2つの測定面のうちの一方の測定面から0.1mm研磨した研磨面におけるX線回折ピークから求められる $p'$ 値との比（ $p'/p$ ）が0.98、（1）の試料の60GHzでの誘電率6.9、誘電損失 $4.5 \times 10^{-4}$ 、（2）の試料の誘電率8.7、誘電損失 $4.4 \times 10^{-4}$ 、熱伝導率 $5.3 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 、強度370MPaであった。

【0078】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明のガラスセラミックスによれば、ガラス粉末とセラミックフィラー粉末とを含有するスラリーを用いて成形時に1テスラ以上の高い磁場を印加することにより、セラミックフィラー粉末が磁場の印加方向に対して特定の向きに配向する結果、厚み方向等によらずセラミックフィラー粉末を均一

に配向させることができ、特に高周波帯での誘電損失が低く、高強度、高熱伝導率で、誘電率および熱膨張係数の調整が容易にできるガラスセラミックスが得られる。

【0079】また、本発明のガラスセラミックスの製造方法によれば、板状の成形体に対して、少なくとも一方の表面に前記成形体の焼結温度では焼結しない無機組成物グリーンシートを積層して、該積層物を焼成することにより、セラミックフィラー粉末を焼成時にさらに配向させることができる。

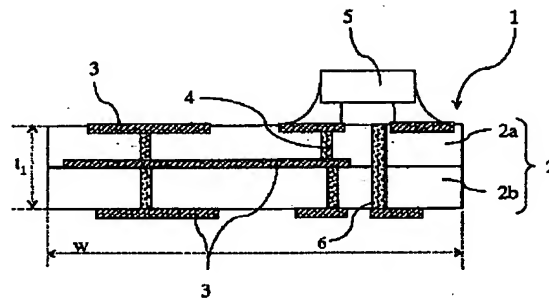
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の配線基板の好適例である半導体素子収納用パッケージの一例を示す概略断面図である。

【符号の説明】

- 1 配線基板（半導体素子収納用パッケージ）
- 2 絶縁基板
- 2a、2b 絶縁層
- 3 配線層
- 4 ピアホール導体
- 5 素子
- 6 サーマルビア

【図1】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 5 K 1/02		H 0 5 K 3/46	H
1/03	6 1 0		T
1/09			S
3/46		C 0 4 B 35/18	B
		H 0 1 L 23/12	D
		23/14	C

Fターム(参考) 4E351 AA07 BB24 BB31 CC12 CC31  
DD04 DD05 DD06 DD51 DD58  
EE03 GG01 GG04 GG07  
4G030 AA05 AA07 AA08 AA09 AA10  
AA36 AA37 BA09 BA12 BA20  
BA21  
5E338 AA03 AA18 BB05 BB13 BB75  
CC01 CC08 CD11 EE02  
5E346 AA12 AA15 AA24 AA38 AA43  
BB01 CC18 DD11 EE21 FF18  
GG02 GG03 HH11 HH17